

Elektronik rund ums Haus

Von Günther Zivny

In diesem Beitrag sind einige ganz einfache Schaltungen zusammengestellt worden, die sich für die Behandlung in der Mittelstufe anbieten. Alle Schaltungen haben eine Anwendungsperspektive: Es handelt sich um einfache Ausführungen von Geräten aus dem häuslichen Umfeld, die jeder kennt.

Die Schaltungen als solche sind natürlich nicht neu, man kennt sie in allen möglichen Varianten. Diese systematische Zusammenschau soll aber zeigen, wie mit wenigen Bauteilen und kleinen Abwandlungen einer Grundschaltung die verschiedensten Anwendungen entstehen, damit die Schüler ein zusammenhängendes, strukturiertes Wissen erwerben können. Die Verwendung eines mechanischen Relais erleichtert es erheblich, die Funktion nachzuvollziehen. Sollte im Einzelfall die Funktionsweise einer Schaltung nicht unmittelbar einleuchten, kann es hilfreich sein, wenn man mit einem Multimeter die Spannungen an den verschiedenen Punkten misst. Auch die Verwendung eines Oszilloskops ist ausgesprochen lehrreich.

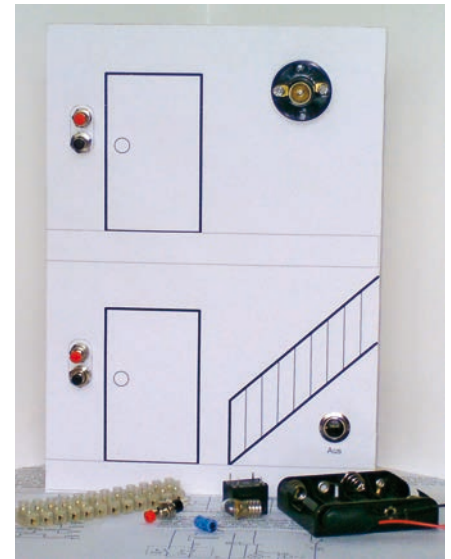


Bild 2: Die Teile der Treppenhausbeleuchtung wurden auf einem Holzbrettchen montiert, welches ein symbolisches Treppenhaus darstellt. Die Klemmenleiste ermöglicht eine flexible Verdrahtung, so dass die Teile für die übrigen Schaltungen weiterverwendet werden können.

Grundangaben für alle Schaltungen

- Betriebsspannung $U_b = 6\text{ V}$
- Transistortyp: BC337-25
- Fotowiderstand (LDR = light depending resistor): M9960 ($5,2 \times 5,2\text{ mm}$)
- Relais: Spulennennspannung = 6 V , Spulenwiderstand = 100 Ohm .
- Glühlämpchen: 6 V , 50 mA
- Elektronischer Signalgeber, 6 V .

Die gezeigte Stellung des Relaischalters entspricht immer dem stromlosen Zustand (n.c. = normally closed = stromlos geschlossen, n. o. = normally open = stromlos offen).

Die Werte der übrigen Bauteile sind in den Schaltplänen vermerkt.

Treppenhausbeleuchtung und Alarmanlage

Diese Schaltung wird „Selbsthaltungsschaltung“ genannt, sie entspricht praktisch einem Speicher.

Hier wird das Licht durch einen kurzen Druck auf einen der beiden roten Taster (= Schließer, S1 und S3) eingeschaltet und durch einen kurzen Druck auf einen der beiden schwarzen Taster (= Öffner, S2 und S4) ausgeschaltet. Die Schaltung kann auf beliebig viele

Stockwerke erweitert werden. Möglicherweise kennen die Schüler bereits die sogenannte Wechselschaltung, bei der an Stelle des Relais und der Tasten mit zwei Umschaltern eine ähnliche Funktion erreicht wird.

Umbau zur Alarmanlage

Dies ist keine neue Schaltung, nur die Nutzenanwendung ist eine andere.

Wird die Reißdrahtverbindung durch einen „Einbrecher“ getrennt, leuchtet das Lämpchen auf und der Summer ertönt. Die Anlage kann nach Wiederherstellung der Reißdrahtverbindung durch einen kurzen Druck auf den roten Taster (Reset) wieder ausgeschaltet werden.

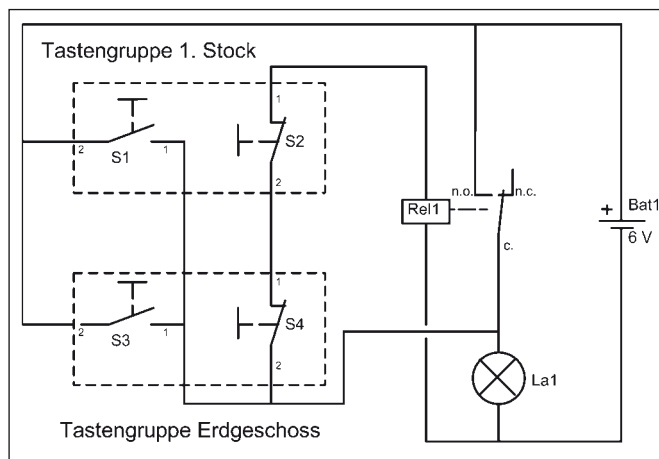


Bild 1: Treppenhausbeleuchtung

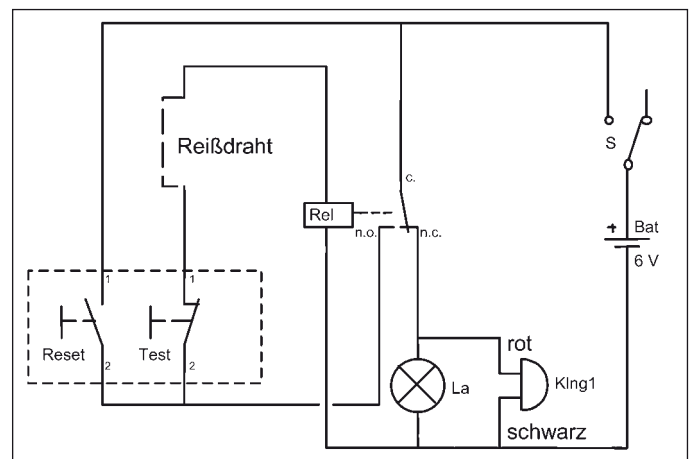


Bild 3: Alarmanlage

tet werden. Der zweite schwarze Taster dient zur Überprüfung der Anlage (Test).

Hier wird durch das Unterbrechen eines Stromkreises ein anderer geschlossen und damit eine Funktion ausgelöst. Es erfolgt also eine Umkehrung oder Negation.

Automatische Treppenhausbeleuchtung

Diese Schaltung ist als „Verzögerungsschaltung“ bekannt. Durch einen kurzen Druck auf einen der beiden Taster leuchtet das Lämpchen auf und erlischt nach einigen Sekunden selbsttätig. Die Relaispule, also der „Lastwiderstand“, liegt hier im Emitterkreis des Transistors. Bekanntlich ist der Basisstrom viel kleiner als der Kollektorstrom und der Emitterstrom ist die Summe aus Basisstrom und Kollektorstrom. Durch diese stromverstärkende Wirkung des Transistors ist die Haltezeit um mehrere hundert Mal länger, als wenn man den Kondensator direkt an die Relaispule legen würde.

Stromstoßschalter

Die Schaltung wechselt mit jedem Tastendruck ihren Zustand. Sie kann als Alternative zur oben gezeigten Treppenhausbeleuchtung verwendet werden, man benötigt dann in jedem Stockwerk nur noch einen Taster.

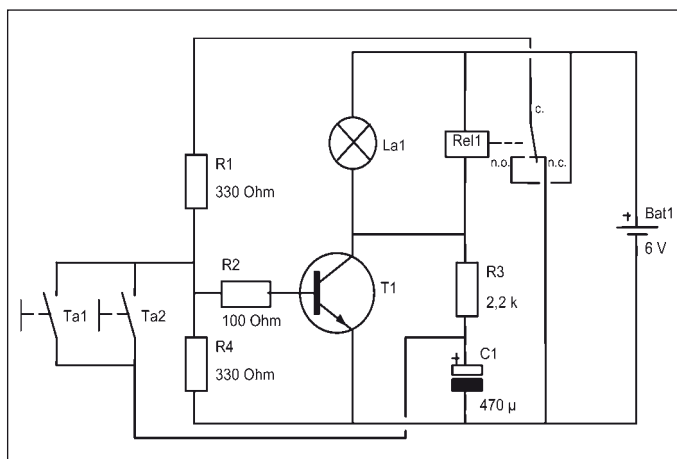


Bild 6: Stromstoßschalter

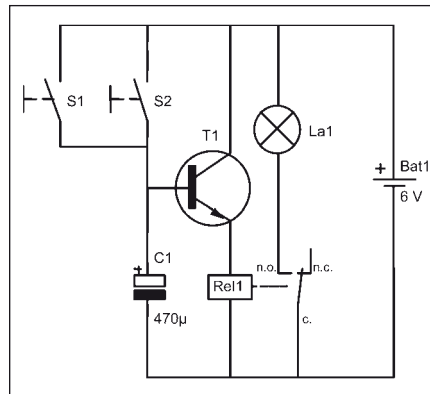


Bild 4: Automatische Treppenhausbeleuchtung

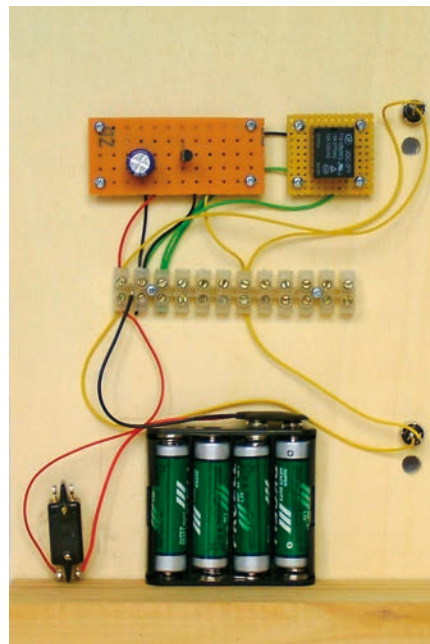


Bild 5: Rückseite des Brettchens. Der Transistor und der Kondensator wurden auf einer eigenen Punktrasterplatte montiert. Diese Platte kann gegen andere Platten ausgetauscht werden.

Ein mechanisches Äquivalent findet man z. B. beim Kugelschreiber oder beim Nachttischlämpchen.

Grundsicherung ist die Selbsthaltungsschaltung. Der Kondensator wird je nach Schaltzustand entweder auf die Batteriespannung aufgeladen oder aber entladen. Je nach Ladezustand wird der Transistor beim Schließen der Taste entweder durchgesteuert oder gesperrt. Dieser Zustand bleibt dann wegen der Selbsthaltung dauerhaft erhalten. Weil sich der Kondensator nach jedem Umschaltvorgang erst auf die neue Spannung aufladen muss, muss man bis zum nächsten Tastendruck mindestens 5 Sekunden warten, sonst kommt es zu Fehlschaltungen.

Der Widerstand R2 dient dem Schutz des Transistors, denn der Kondensator enthält unter Umständen genügend Energie, um die Basis-Emitter-Diode durchbrennen zu lassen.

Warnanlage

Diese Schaltung lässt das Lämpchen blinken und schaltet den Summer im selben Rhythmus ein und aus. Der zweite Kondensator C2 lädt sich gegenüber C1 zeitlich verzögert auf. Die Spannung steigt hier auch nach dem Umschalten des Relais noch an. Dies führt zu einer sichereren Funktion. Ohne diesen Kondensator funktioniert es meist auch, es kann aber vorkommen, dass das Relais nicht voll umschaltet und „flattert“.

Es bietet sich an, die Schaltung mit der Alarmanlage zu kombinieren.

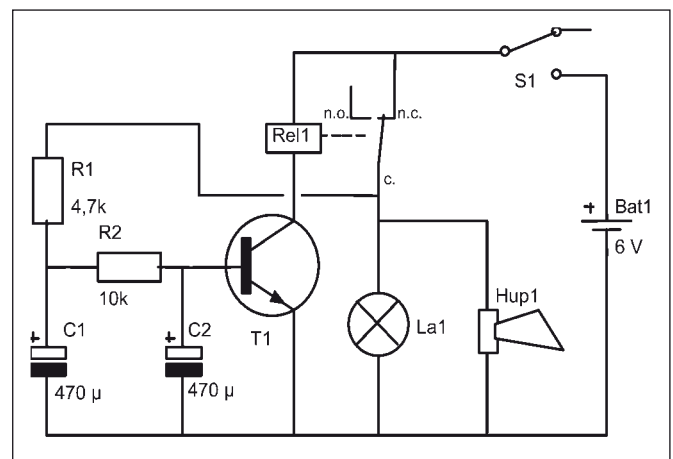


Bild 7: Warnanlage

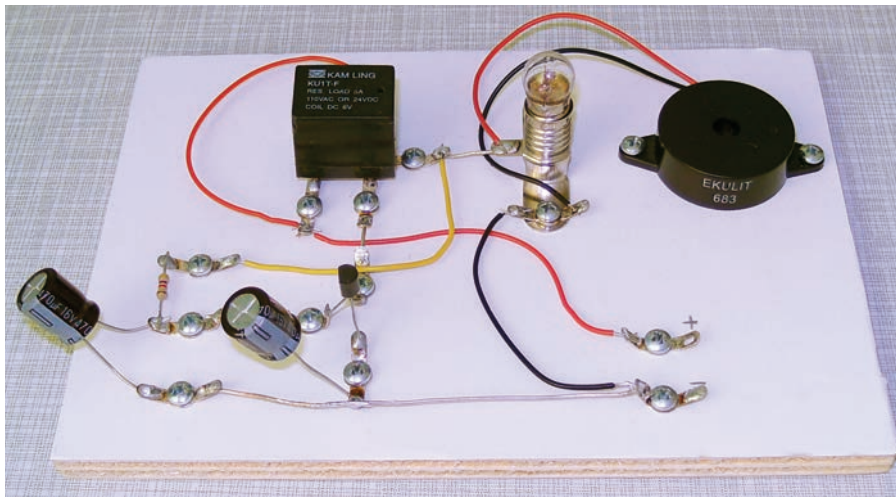


Bild 8: Experimenteller Aufbau der Warnanlage auf einem Holzbrettchen.

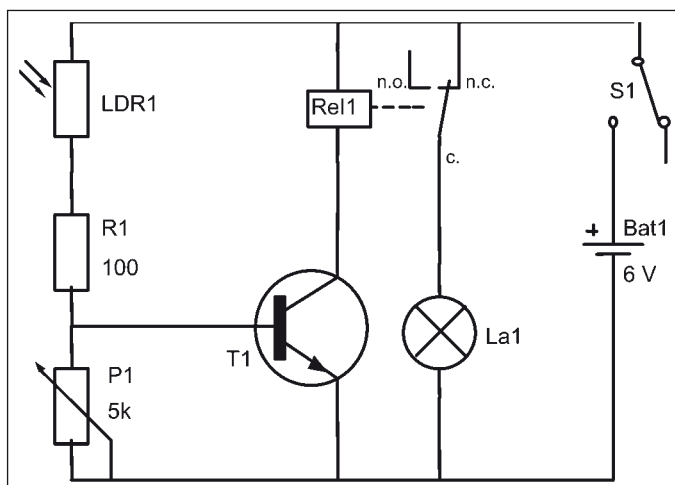


Bild 9: Nachtbeleuchtung

Nachtbeleuchtung

Hier geht das Licht an, wenn es dunkel wird. Mit dem Potentiometer kann eingestellt werden, bei welcher Helligkeit das geschieht. Die Schaltung arbeitet mit einem Fotowiderstand (LDR = light depending resistor = lichtabhängiger Widerstand). R1 dient dem Schutz des Transistors, falls der LDR der prallen Sonne ausgesetzt wird und dann einen sehr kleinen Widerstand hat.

Wer gerne experimentiert, kann den LDR und das Potentiometer vertauschen. Jetzt zieht das Relais an, wenn es dunkel wird. Damit das Lämpchen dann aufleuchtet, muss der Relaisanschluss „n. o.“ an den Pluspol gelegt werden. Insbesondere bei schon etwas schwächeren Batterien wird man feststellen, dass bei allmählichem Eintritt der Dämmerung das Relais in einer bestimmten Phase zu surren beginnt. Durch das Einschalten des

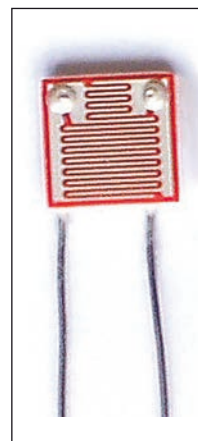


Bild 10: Fotowiderstand M9960 (5,2 x 5,2 mm)

Lämpchens fließt nämlich ein zusätzlicher Strom, der zu einem Absinken der Batteriespannung führt, was wiederum zum Abfallen des Relais führen kann. Man kann diesen Effekt künstlich verstärken, wenn man in die Zuleitung zur Batterie einen Widerstand (ca. 10 Ohm) schaltet. Solche unerwünschten,

„wildern“ Schwingungen treten häufig auf und führen dann zu „unerklärlichen“ Funktionsstörungen.

Bewegungsmelder

Die bekannten Bewegungssensoren reagieren auf Änderungen der Wärmestrahlung, wie sie z. B. durch einen vorbeigehenden Menschen hervorgerufen werden.

Die hier gezeigte Schaltung reagiert auf Beleuchtungsänderungen des Fotowiderstands (LDR) und simuliert dadurch einen Bewegungsmelder. Die Versuche müssen bei Tageslicht, also bei beleuchtetem Fotowiderstand, durchgeführt werden.

Wichtig ist, dass bei stromlosem Relais das Lämpchen leuchtet und nicht umgekehrt, weil es sonst bei schwachen Batterien zu Schwingungen kommen kann. Dies rührt daher, dass durch den zusätzlichen Lampenstrom die Batteriespannung absinkt, was dann wiederum zum Abfall des Relais führt.

Das Potentiometer wird zunächst so eingestellt, dass das Lämpchen leuchtet, und dann langsam zurückgedreht, bis es erlischt.

Streicht man nun mit der flachen Hand über den Fotowiderstand und erzeugt so eine rasche Beleuchtungsänderung, reagiert das Lämpchen. Wenn sich die Beleuchtungsverhältnisse nicht ändern, lädt sich der Kondensator C1 auf und dann fließt kein Strom mehr. Die absolute Helligkeit hat somit keinen Einfluss auf den Ruhezustand der Schaltung.

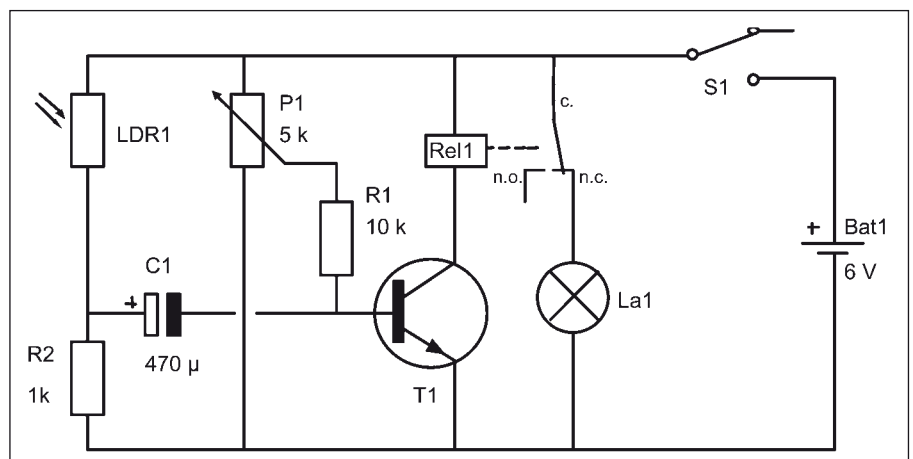


Bild 11: Bewegungsmelder

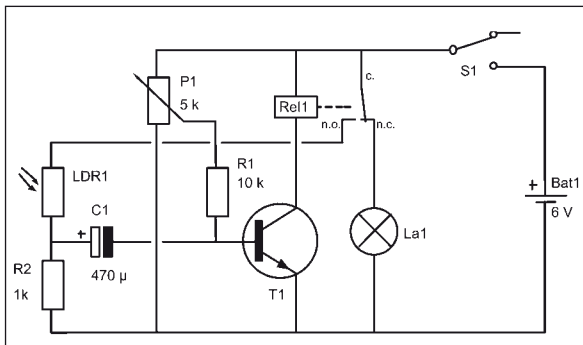


Bild 12: Bewegungsmelder mit Verzögerung

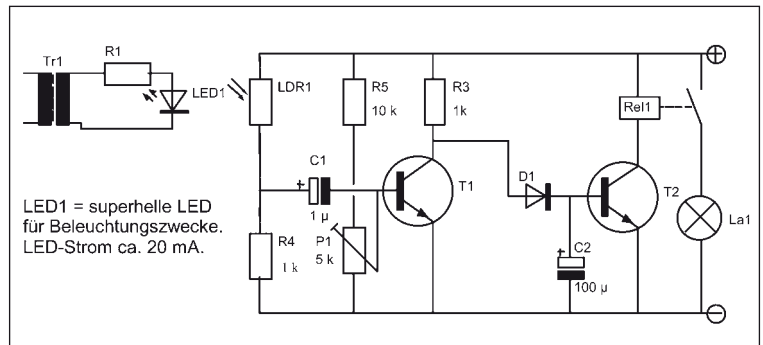


Bild 13: Lichtschranke

Die bekannten Außenleuchten mit Bewegungssensor bleiben nach der Auslösung eine Zeit lang an und erlöschen dann selbsttätig. Dies kann man durch eine kleine Abwandlung der Schaltung auch erreichen. Hier wird der LDR über den Relaischalter an den Pluspol gelegt. Wenn das Relais angezogen ist, besteht kein Unterschied zur Grundschaltung. Fällt das Relais ab, wird die Verbindung unterbrochen, was einer vollständigen und dauerhaften Abdunklung des LDR entspricht. Das Relais zieht erst wieder an, wenn sich C1 entladen hat.

Lichtschranke für Wechsellicht

Typische Einsatzgebiete für Lichtschranken sind Sicherheitsanwendungen. Man findet sie zum Beispiel in Einfahrten mit einem elektrisch angetriebenen Tor. Wenn der Schrankenstrahl unterbrochen ist, wird der Torantrieb abgeschaltet und ein in der Einfahrt stehendes Auto wird nicht beschädigt.

Die ganz einfachen Lichtschranken können nicht zwischen dem Schrankenstrahl und Fremdlicht unterscheiden, sie können also durch Umgebungslicht gestört werden. Um das zu vermeiden, wird der Schrankenstrahl in irgendeiner Form codiert, um ihn von Fremdlicht unterscheidbar zu machen. Man kann den Bewegungsmelder als Lichtschranke verwenden, wenn man die Schaltung so auslegt, dass sie nur auf sehr schnelle Beleuchtungsänderungen reagiert. Die Beleuchtung erfolgt dann mit gepulstem Licht. Man kann hierfür z.B. einen Spielzeugtransformator verwenden,

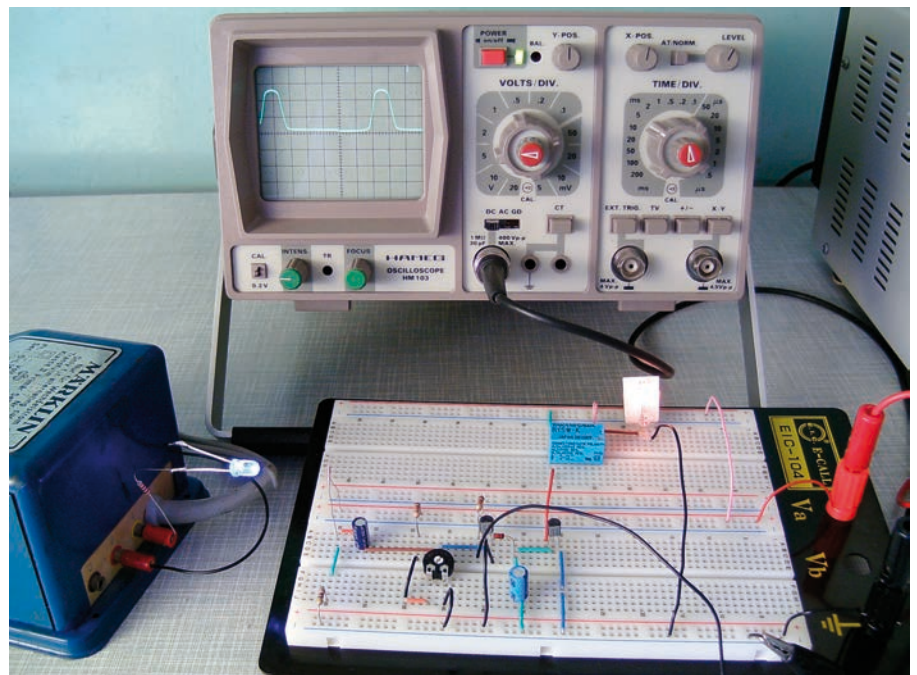


Bild 14: Lötfreier Versuchsaufbau der Lichtschranke auf einem Steckbrett

der Wechselspannung liefert. Entfernt man den Speicherkondensator C2, dann brummt das Relais und man kann den Wechselstrom sozusagen hören.

Als Sendediode muss man eine superhelle Beleuchtungs-LED verwenden, die normalen Anzeige-LEDs sind nicht ausreichend. Die größte Empfindlichkeit erhält man, wenn man das Potentiometer so einstellt, dass das Relais gerade noch nicht anzieht. Die erzielbare Reichweite hängt stark vom verwendeten Material ab. Es zeigte sich, dass die Fotowiderstände deutliche Unterschiede aufweisen. Der Verfasser erreichte mit dem angegebenen Typ (Bild 10) und einer blauen LED eine Reichweite von drei Metern, mit einer Sammellinse lässt sich diese noch deutlich erhöhen. Mit einem anderen Fotowiderstand und einer anderen LED kann die Reichweite aber

auch nur weniger als ein Meter betragen. Um den Fotowiderstand vor zu viel Fremdlicht zu schützen, empfiehlt es sich, ein kurzes Röhrchen (Papierröllchen) vorzusetzen.

Selbstverständlich kann man das Wechsellicht auch elektronisch erzeugen. Die oben angegebene Blinkschaltung (Warnanlage) wäre im Prinzip geeignet, allerdings lassen sich mit dem mechanischen Relais keine hohen Frequenzen erzeugen. Es ist naheliegend, das Relais durch einen zweiten Transistor zu ersetzen. Wegen nicht passender Phasenlage und fehlender „Schnappfunktion“ kann die Schaltung aber nicht direkt übernommen werden. Die hier gezeigte Schaltung kommt mit besonders wenigen Bauteilen aus, allerdings ist die Funktion nicht so transparent. Zum Ausprobieren nehmen wir $C1 = 100 \mu\text{F}$. Wenn es gut blinkt, wählen wir $C1 = 1 \mu\text{F}$ für die gewünschte

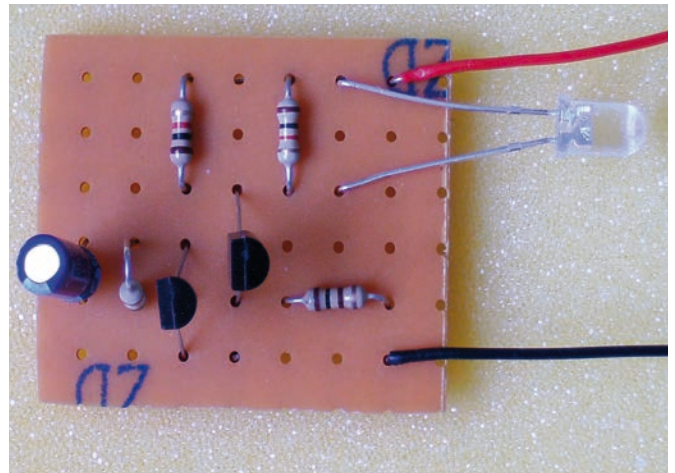
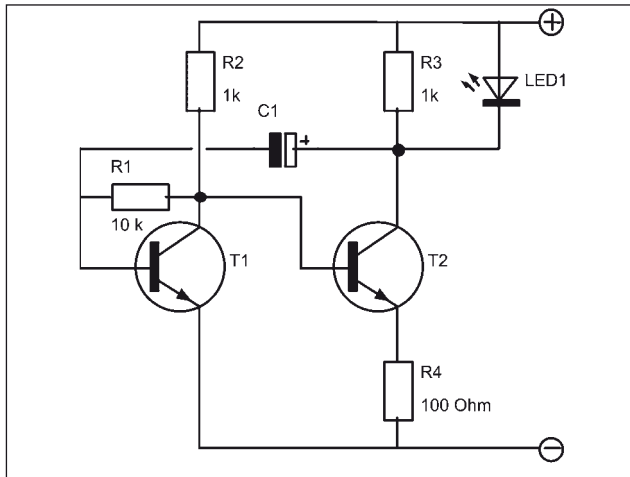


Bild 15 a/b:
Elektronischer Sender für die Lichtschranke: Schaltplan und Aufbau auf einer Punktrasterplatine

höhere Frequenz. Jetzt kann man das Blinken natürlich nicht mehr sehen. Die Betriebsspannung kann 4,5 V bis 9 V betragen.

Bei der oben gezeigten Schaltung (Abbildung 15 a) muss man das Potentiometer recht genau einstellen. Wenn sich die Betriebsspannung ändert, ist die Funktion nicht mehr gegeben und das Potentiometer muss neu justiert werden.

In der unten gezeigten Schaltung wird der Basisstrom über R2 automatisch geregelt und der Transistor befindet sich im Proportionalbereich, auch wenn sich die Betriebsspannung ändert. Die Kollektorspannung von T1 liegt etwa bei der halben Betriebsspannung, sodass T2 durchschalten würde. Der Kondensator C2 trennt den Gleichspannungsanteil und den

Wechselspannungsanteil, über die Diode D1 fließt die positive Halbwelle, über D2 die negative. Der Kondensator

C1 hat eine ähnliche Funktion wie C2, man spricht deshalb auch von Trennkondensatoren.

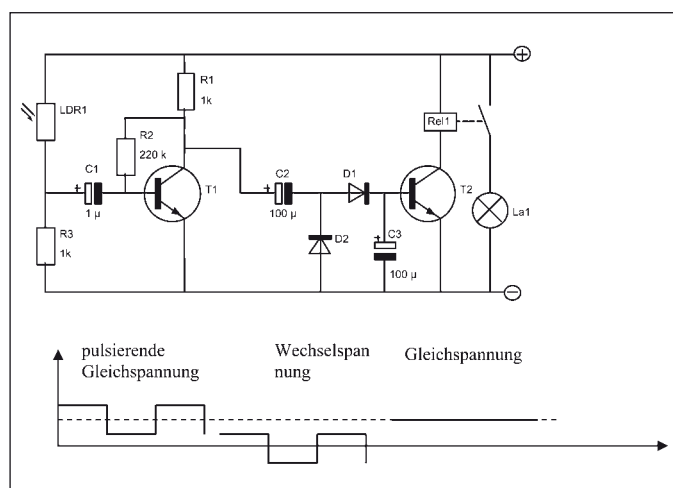


Bild 16: Lichtschranke mit automatischer Arbeitspunkteinstellung. Unten: Pulsierende Gleichspannung kann in einen Wechselspannungsanteil und in einen Gleichspannungsanteil zerlegt werden.

Bild 17:
Die auf dem Holzbrettchen aufgebaute Lichtschranke mit automatischer Arbeitspunkteinstellung

